

CH 681 047 A5

①



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 681 047 A5

⑤① Int. Cl.⁵: G 01 J 3/26
H 01 S 3/08
G 01 N 21/85
G 01 F 1/34

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-Liechtensteinscher Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑲ Gesuchsnummer: 3446/91

⑦③ Inhaber:
Landis & Gyr Betriebs AG, Zug

⑳ Anmeldungsdatum: 25.11.1991

⑦② Erfinder:
Hälg, Beat, Wangs
Stössel, Zeno, Baar

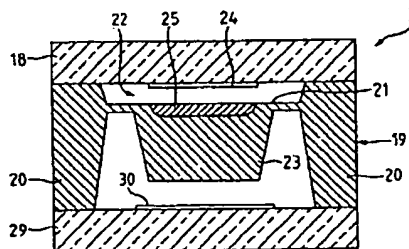
㉔ Patent erteilt: 31.12.1992

⑦④ Vertreter:
R. A. Egli & Co., Patentanwälte, Zürich④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 31.12.1992

⑤④ Verfahren zur Bestimmung einer Messgrösse und Fabry-Perot-Detektor zur Durchführung des Verfahrens.

⑤⑦ Das Ausgangssignal eines Fabry-Perot-Sensors, dessen optische Länge sich in Abhängigkeit von einer Druckdifferenz ändert, wird auf einen Fabry-Perot-Detektor (3) geleitet, welcher eine Trägerplatte (18) mit einem ersten Spiegel (24) aus Platin aufweist sowie einen Membranblock (19) aus n-dotiertem Silicium mit einer Membran (21), deren Oberfläche vom ersten Spiegel (24) durch eine Vertiefung (22) getrennt ist und mit demselben ein Fabry-Perot-Interferometer bildet und in welche eine Photodiode integriert ist.

Die Membran (21) trägt einen Zentralkörper (23), welcher mittels einer auf einem Träger (29) angebrachten Steuerelektrode (30) mit einer durch eine Regelspannung erzeugten elektrostatischen Kraft beaufschlagbar ist. Über die Regelspannung wird die optische Länge des Fabry-Perot-Detektors (3) so eingestellt, dass sie derjenigen des Fabry-Perot-Sensors entspricht, sodass die Intensität des von der Photodiode abgegebenen Stroms als Funktion der Differenz der optischen Längen ein Extremum aufweist. Bei Abweichung von diesem Arbeitspunkt wird die Regelspannung so korrigiert, dass die optische Länge des Fabry-Perot-Detektors (3) derjenigen des Fabry-Perot-Sensors nachgeführt wird. Die Regelspannung wird als Mass für die Druckdifferenz oder einen damit korrelierten Durchfluss benutzt.



CH 681 047 A5

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung einer Messgrösse gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie einen Fabry-Perot-Detektor zur Durchführung des Verfahrens gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 7. Das Verfahren eignet sich insbesondere zur Bestimmung von Druckdifferenzen, wie sie etwa in Durchflussmessgeräten vorgenommen wird.

Die der Erfindung zugrundeliegende Technologie ist z.B. in J. M. Vaughan: The Fabry-Perot Interferometer, History, Theory, Practice and Applications, Verlag Adam Hilger, Bristol and Philadelphia, umfassend dargestellt.

Es ist ein gattungsgemässes Verfahren bekannt (DE 3 816 529 A1), bei welchem der Fabry-Perot-Detektor periodisch durchgestimmt und so jene Wellenlänge bestimmt wird, bei der die Transmission durch den Fabry-Perot-Sensor minimal ist. Daraus wird die optische Länge des Fabry-Perot-Sensors und damit der Wert der Messgrösse bestimmt.

Dieses Verfahren bedingt eine aufwendige Elektronik zur Steuerung des Fabry-Perot-Detektors und zur Auswertung seines Ausgangssignals, die insbesondere kaum ohne digitale Komponenten auskommt.

Demgegenüber ist es die Aufgabe der Erfindung, ein gattungsgemässes Verfahren sowie einen Fabry-Perot-Detektor zu dessen Durchführung anzugeben, bei welchem eine einfache, kostengünstig herstellbare Regel- und Auswerteelektronik genügt.

Die Erfindung, wie sie in der Kennzeichnung des Anspruchs 1 definiert ist, schafft ein Verfahren, welches mit rein analoger Elektronik durchführbar ist. Ausserdem bietet dasselbe eine hohe Empfindlichkeit und eine Dynamik, die nur durch die mechanisch-optischen Eigenschaften der verwendeten Sensoren und Detektoren beschränkt ist. Der in der Kennzeichnung des Anspruchs 7 definierte Fabry-Perot-Detektor ist ebenfalls einfach aufgebaut und günstig herstellbar und kann mit der Elektronik zu einem Bauteil integriert werden.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von nur Ausführungsbeispielen darstellenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine schematische Übersicht über eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens,

Fig. 2 einen Differentialdruck-Fabry-Perot-Sensor der Vorrichtung nach Fig. 1 im Querschnitt,

Fig. 3 einen Querschnitt durch einen erfindungsgemässen Fabry-Perot-Detektor nach einer ersten Ausführungsform,

Fig. 4a einen Querschnitt durch einen erfindungsgemässen Fabry-Perot-Detektor nach einer zweiten Ausführungsform,

Fig. 4b eine Draufsicht auf einen Teil des Fabry-Perot-Detektors nach Fig. 4a,

Fig. 4c ein Prinzipschaltbild des Fabry-Perot-Detektors nach Fig. 4a, b

Fig. 5 eine das Transmissions- und Reflexionsverhalten von Fabry-Perot-Interferometern wesentlich bestimmende Funktion und

Fig. 6 schematisch einen erfindungsgemässen Fabry-Perot-Detektor mit Regelelektronik.

Das erfindungsgemässe Verfahren wird mittels eines Fabry-Perot-Sensors 1 (Fig. 1) und einer Lichtquelle 2, welche denselben beleuchtet, sowie einem Fabry-Perot-Detektor 3, auf den das vom Fabry-Perot-Sensor 1 reflektierte Licht mittels eines Lichtleiters 4 geleitet wird und der mit einer Regelelektronik 5 verbunden ist, durchgeführt. Dabei liefert die Lichtquelle 2 Licht von endlicher Kohärenzlänge, dessen Spektrum etwa einem um eine mittlere Wellenlänge λ_0 zentrierten Intervall der Länge δ entsprechen kann.

Der Fabry-Perot-Sensor 1, der ausführlich in der EP-A 0 460 357 beschrieben ist, besteht (Fig. 2) aus einer Trägerplatte 6 aus Glas und einem Membranblock 7 aus einkristallinem Silicium mit einer Membran 8 zwischen Membranträgern 9, die von seitlich begrenzenden Stützwänden 10 durch eine Entkopplungsfuge 11 getrennt sind. Eine der Stützwände 10 ist durch einen Einlasskanal 12 durchbrochen. Die Membran 8 und die Trägerplatte 6 tragen einander gegenüberliegende planparallele Spiegel 13a, b aus Platin – es können hier wie beim Fabry-Perot-Detektor 3 auch andere Metalle verwendet werden, aber Platin wird wegen seiner hohen Korrosionsbeständigkeit bevorzugt –, welche ein Fabry-Perot-Interferometer bilden. Weicht der Druck im Inneren des Sensors von demjenigen in einer Vertiefung 14, welche von den Membranträgern 9 und der Membran 8 begrenzt wird, ab, so biegt sich die Membran 8 mit steigendem Druckunterschied mehr und mehr durch, so dass sich die optische Länge des Fabry-Perot-Sensors 1 in eindeutiger Abhängigkeit von der Druckdifferenz ändert.

Der dargestellte Fabry-Perot-Sensor 1 ist als Differenzdrucksensor zur Messung des Durchflusses in einer Leitung 15 eingesetzt. Die Vertiefung 14 ist durch eine erste Öffnung 16 mit der Leitung 15 verbunden, das Innere des Sensors durch den Einlasskanal 12 und eine zweite, stromabwärts von der ersten Öffnung 16 gelegene zweite Öffnung 17. Da für den Durchfluss

$$Q \sim \sqrt{\Delta p}$$

gilt, so ist die durch die Druckdifferenz Δp bewirkte Änderung der optischen Länge des Fabry-Perot-Sensors 1 ein eindeutiges Mass für den Durchfluss Q.

Der Fabry-Perot-Detektor 3 (Fig. 3; 4a, b) weist gleichfalls eine Trägerplatte 18 aus Glas auf sowie einen Membranblock 19 aus n-dotiertem Silicium, welcher mit der Trägerplatte 18 durch anodisches Bonden verbunden ist. Zwischen seitlichen Stützwänden 20 ist eine Membran 21 eingespannt, welche eine Vertiefung 22, die eine Fabry-Perot-Kavität bildet, abschliesst und an der von der Vertiefung 22 abgewandten Seite in einer weiteren Vertiefung an der Rückseite des Membranblocks 19 einen Zentralkörper 23 trägt. Diese Konstruktion erlaubt eine Veränderung der optischen Länge unter dem Einfluss einer auf die Membran 21 wirkenden Kraft, während die Versteifung durch den Zentralkörper 23 Deformationen derselben im optisch aktiven mittleren Bereich verhindert. Die Trägerplatte 18 trägt einen ersten Spiegel 24 aus Platin, während der gegenüberliegende Teil der Membran 21 an der die Vertiefung 22 begrenzenden Oberfläche, die einen zweiten Spiegel und damit zusammen mit dem ersten Spiegel 24 ein Fabry-Perot-Interferometer bildet, eine p-dotierte Schicht 25 aufweist, welche zusammen mit dem umgebenden n-dotierten Material eine Photodiode bildet und von einem unmittelbar angrenzenden p⁺⁺-dotierten Ring 26 umgeben ist, der über einen gleichfalls p⁺⁺-dotierten Streifen 27 eine gut leitende Verbindung der p-dotierten Schicht 25 mit einem Bondanschluss 28 herstellt (in Fig. 3 nicht dargestellt, s. Fig. 4a und Fig. 4b, die den Membranblock 19 von Fig. 4a in der Draufsicht zeigt). Das n-dotierte Material der Membran 21 ist mit einem n⁺⁺-dotierten offenen Ring 32 – es könnte auch eine andere Form gewählt werden, entscheidend ist die gute Kontaktierung der Oberfläche der Membran 21 kontaktiert, der den p⁺⁺-dotierten Ring 26 aussen umgibt und durch einen n⁺⁺-dotierten Streifen 33 mit einem weiteren Bondanschluss 34 verbunden ist. Die beiden Bondanschlüsse 28 und 34 dienen zum Verbinden der Photodiode mit der Regelelektronik 5. Selbstverständlich können die Dotierungen des Membranblocks 19 vertauscht werden.

Bei der in Fig. 3 dargestellten ersten Ausführung sitzt der Membranblock 19 auf einem Träger 29 aus Glas, welcher eine erste Steuerelektrode 30 trägt, die mit einem weiteren elektrischen Anschluss (nicht dargestellt) verbunden ist. Die erste Steuerelektrode 30 bildet zusammen mit der unteren Grenzschicht des Zentralkörpers 23, die als zweite Steuerelektrode wirkt, eine Steuerkapazität. Durch Anlegen eines Potentials an die erste Steuerelektrode 30 – der Membranblock 19 liegt im wesentlichen auf Massepotential – wird auf den Zentralkörper 23 eine elektrostatische Kraft ausgeübt, welche denselben nach unten zieht und damit die optische Länge des Fabry-Perot-Detektors 3 vergrössert. Der Zentralkörper 23 bewirkt zugleich, dass die Membran 21 im mittleren, optisch aktiven Bereich plan bleibt, da nur der den Zentralkörper 23 umgebende dünne Membranring merklich durchgebogen wird. Für die auf die Membran 21 ausgeübte elektrostatische Kraft gilt

$$F \sim V^2,$$

wobei V die angelegte Potentialdifferenz bezeichnet.

Bei der zweiten Ausführung nach Fig. 4a, b ist der erste Spiegel 24 mit einem Bondanschluss 31 verbunden und dient zugleich als erste Steuerelektrode, während ein den Ring 26 umgebender nicht ganz geschlossener Ring 32 aus n⁺⁺-dotiertem Material eine zweite Steuerelektrode bildet. Der Ring 32 ist über einen gleichfalls n⁺⁺-dotierten Streifen 33 mit einem Bondanschluss 34 verbunden. Der Membranblock 19 ist auf der Oberseite mit einer Siliciumdioxidschicht überzogen, die den Membranblock 19 vom ersten Spiegel 24 und dem Bondanschluss 31 galvanisch trennt und ausserdem einen Korrosionsschutz darstellt. Diese Ausführung ist besonders kompakt und wirtschaftlich herstellbar.

Wie am besten aus Fig. 4C ersichtlich, liegt die Steuerkapazität zwischen den einander gegenüberliegenden Oberflächen des elektrisch leitenden Spiegels 24 und der Membran 21 mit gleichfalls leitender oberflächennaher Schicht. Der Ring 26 und die p-dotierte Schicht 25 weisen eine geringe Potentialdifferenz zum Zentralkörper 23 auf, die sich über der Sperrschicht der Photodiode aufbaut. Die Steuerkapazität entspricht daher einer Serieschaltung der Sperrschichtkapazität C_{sp} der Photodiode mit einer Kapazität C_K des über der Photodiode liegenden Teils der Kavität des Fabry-Perot-Detektors 3, zu der eine Randkapazität C_R für den ausserhalb der Photodiode liegenden Bereich parallel liegt. Zwischen dem Bondanschluss 31 einerseits und den beiden Bondanschlüssen 28 und 34 andererseits liegt die der Steuerung der optischen Länge des Fabry-Perot-Detektors 3 dienende Potentialdifferenz V. Die resultierende Kraft $F \sim V^2$ biegt den ausserhalb des Zentralkörpers 23 umlaufenden dünnen Membranring durch und verringert die optische Länge des Fabry-Perot-Detektors 3 proportional zum Quadrat der angelegten Potentialdifferenz V.

Der Fabry-Perot-Detektor 3 weist in einer Ausführung eine Seitenlänge von etwa 6mm auf. Die Trägerplatte 18 und der Träger 29 bestehen aus PYREX®-Glas von 0,5 mm Dicke. Die Gesamtdicke des Detektors, dessen Membranblock 19 durch bekannte Ätzverfahren monolithisch aus dem üblichen Wafermaterial hergestellt ist, beträgt etwa 1,6 mm.

Im folgenden wird nun das erfindungsgemässe Verfahren erläutert.

Bezeichnet man mit L_s die optische Länge des Fabry-Perot-Sensors 1, so kann dessen Reflexivität als Funktion der Wellenlänge in erster Näherung beschrieben werden durch

$$r_s(\lambda) = B_s - A_s \cos(4\pi L_s/\lambda).$$

Die Transmissivität des Fabry-Perot-Detektors 3 ist ähnlich

$$5 \quad t_D(\lambda) = B_D + A_D \cos(4\pi L_D/\lambda),$$

wobei L_D die optische Länge des Fabry-Perot-Detektors 3 bedeutet. A_s , B_s , A_D und B_D sind Konstanten. Im ganzen erhält man, zieht man die weiter oben getroffenen Annahmen über das Spektrum der Lichtquelle in Betracht, für den zur Intensität des durch die Photodiode des Fabry-Perot-Detektor 3 aufgefundenen Lichts proportionalen von demselben abgegebenen Photostrom

$$15 \quad I = C \int_{\lambda_0 - \frac{\delta}{2}}^{\lambda_0 + \frac{\delta}{2}} d(\lambda) r_s(\lambda) t_D(\lambda) d\lambda,$$

wobei C eine Konstante ist und d gewisse wellenlängenabhängige Größen wie Absorptionsverluste zusammenfasst. Die Rechnung führt weiter auf

$$20 \quad I = C \{B_s B_D - A_s B_D P(L_s) + B_s A_D P(L_D) - 1/2 A_s A_D [P(L_s - L_D) + P(L_s + L_D)]\},$$

wobei

$$25 \quad P(x) = \int_{\lambda_0 - \frac{\delta}{2}}^{\lambda_0 + \frac{\delta}{2}} d(\lambda) \cos(4\pi x/\lambda) d\lambda$$

30

$$\approx k[\sin(2\pi x/k)/(2\pi x)] \cos(4\pi x/\lambda_0)$$

Ist mit $k = \lambda_0^2/\delta$ der Kohärenzlänge. Die Funktion $P(x)$ ist in Fig. 5 dargestellt. Da sie verhältnismässig rasch abfällt, sind für genügend grosse optische Längen L_s , L_D die Terme $C B_s B_D$ und $1/2 C A_s A_D P(L_s - L_D)$ die dominierenden Beiträge zur Intensität des Photostroms I , so dass der Graph der die Abhängigkeit desselben von der Differenz der optischen Längen des Fabry-Perot-Sensors 1 und des Fabry-Perot-Detektors 3 beschreibenden Funktion abgesehen von einer Multiplikation mit einem konstanten Faktor und der Addition einer Konstanten dem in Fig. 5 dargestellten Graphen der Funktion $P(x)$ entspricht.

Die Vorrichtung nach Fig. 1 kann nun, etwa, indem die an den Fabry-Perot-Detektor 3 angelegte Regelspannung über eine Rampe variiert und das absolute Maximum der Abweichung des Photostroms vom Hintergrundwert $C B_s B_D$ aufgesucht wird, so kalibriert werden, dass in einer Grundeinstellung bei verschwindender Druckdifferenz am Fabry-Perot-Sensor 1 L_D gleich L_s wird. Im Betrieb wird dann dieser durch Gleichheit der optischen Längen L_s und L_D gekennzeichnete Arbeitspunkt durch die Regelelektronik 5 festgehalten, wie im folgenden näher erläutert wird. Wird statt eines reflexiv ein transmissiv arbeitender Fabry-Perot-Sensor benützt, so ändern sich gewisse Vorzeichen, was Anpassungen der Regelelektronik 5 bedingt, das Funktionsprinzip ist jedoch das gleiche.

Über eine Leitung 35 (Fig. 6) wird der Photostrom I an die Regelelektronik 5 geleitet, in einem Vorverstärker 36 verstärkt und in einem Multiplizierer 37 mit einer von einem Wechselspannungsgenerator 38 erzeugten Wechselspannung multipliziert und in einem analogen Integrierer 39 integriert. Das Ausgangssignal des Integrierers 39 liegt einerseits an der Ausgangsklemme 40 und wird andererseits an einen analogen Subtrahierer 41 geleitet, wo ihm die vom Wechselspannungsgenerator 38 erzeugte Wechselspannung als Tastfunktion überlagert wird. Das so zusammengesetzte Signal wird als Regelspannung über eine Leitung 42 an den Fabry-Perot-Detektor 3 geleitet, wo es an der Steuerekapazität anliegt und die optische Länge L_D desselben beeinflusst.

Arbeitet die Vorrichtung nun genau am Arbeitspunkt, um welchen der Graph der Intensitätsfunktion (s. Fig. 5) mindestens in einer kleinen Umgebung im wesentlichen symmetrisch ist, so bewirkt die überlagerte Wechselspannung, dass die den Photostrom I determinierende Differenz $L_s - L_D$ der optischen Längen des Fabry-Perot-Sensors 1 und des Fabry-Perot-Detektors 3 nun eine kleine Schwingung mit der Frequenz der Wechselspannung um den Arbeitspunkt ausführt. Da die Intensitätsfunktion um den Arbeitspunkt symmetrisch ist, führt das dazu, dass dem Photostrom I eine Schwingung mit der doppelten Frequenz der Wechselspannung überlagert wird. Wird deren im Multiplizierer 37 erzeugtes Produkt im Integrierer 39 integriert, so ist das Resultat Null.

Ändert sich nun durch eine Änderung der Druckdifferenz die optische Länge L_s des Fabry-Perot-Sensors 1 geringfügig, so verschiebt sich der Arbeitspunkt etwas vom Nullpunkt weg, so dass die Intensitätsfunktion nun nicht mehr um den Arbeitspunkt symmetrisch ist und das Ausgangssignal eine Komponente mit der Frequenz der vom Wechselspannungsgenerator 38 erzeugten Wechselspannung enthält. Dadurch wird das Integral des im Multiplizierer 37 erzeugten Produkts ungleich Null und die Ausgangsspannung des Integrierers 39 ändert sich entsprechend. Sie wird schliesslich, nach Überlagerung mit der Wechselspannung im Subtrahierer 41, über die Leitung 42 an die Metallelektrode 30 geleitet, so dass die Regelspannung angepasst wird, bis die optische Länge L_D des Fabry-Perot-Detektors 3 wieder der des Fabry-Perot-Sensors 1 entspricht und der Arbeitspunkt wieder erreicht ist.

Das Prinzip funktioniert auch bei Wahl eines anderen Extremums als Arbeitspunkt, jedoch ist die Wahl des Nullpunkts am günstigsten, weil die Vorrichtung hier die höchste Auflösung hat und der Nullpunkt von Eigenschaften der Lichtquelle 2 wie mittlerer Wellenlänge λ_0 und Kohärenzlänge k unabhängig ist. Das impliziert auch eine sehr hohe Temperaturstabilität des Messprinzips, wenn man in Betracht zieht, dass die Fabry-Perot-Kavitäten evakuiert oder mit Materialien mit sehr geringer Abhängigkeit des Brechungsindex von der Temperatur gefüllt sein können wie Luft, Wasser oder Öl. Die Dynamik der Vorrichtung unterliegt keiner der bei Fabry-Perot-Sensoren gewöhnlich gegebenen prinzipiellen Beschränkungen.

Bei Einsätzen, bei denen transiente Störungen auftreten können, ist es nicht auszuschliessen, dass sich das System vom Nullpunkt entfernt und auf einem Arbeitspunkt stabilisiert, welcher einem Nebenmaximum des in Fig. 5 dargestellten Graphen entspricht. Durch gezielte Ladungsinjektionen in den Integrator 39 kann der Arbeitspunkt dann jeweils auf ein benachbartes Maximum verschoben und das Resultat durch externe Auswertung, etwa mittels eines Mikroprozessors, überprüft werden. Auf diese Weise ist es möglich, den Nullpunkt wieder zu erreichen.

Die Regelelektronik kann wie beschrieben ein eigenes Bauteil bilden, sie kann aber auch – was in vielen Fällen die günstigere Möglichkeit sein dürfte – im Membranblock 19 integriert sein.

Bei Verwendung des erfindungsgemässen Verfahrens zur Durchflussmessung über den Differenzdruck ergibt sich aus den weiter oben erwähnten Zusammenhängen zwischen dem Durchfluss Q und der Druckdifferenz Δp am Fabry-Perot-Sensor 1 einerseits und der auf die Membran 21 des Fabry-Perot-Sensors 3 wirkenden Kraft F und der angelegten Regelspannung V andererseits, dass, falls Fabry-Perot-Sensor 1 und Fabry-Perot-Detektor 3 auf gleiche Kräfte mit proportionalen Auslenkungen reagieren, was mindestens bei kleinen Auslenkungen der Fall ist und darüber hinaus etwa durch gleiche geometrische Ausbildung der Membranen sichergestellt werden kann, der Durchfluss Q und die Regelspannung V proportional sind.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung einer die optische Länge eines Fabry-Perot-Sensors (1) in eindeutiger Weise beeinflussenden Messgrösse, bei welchem ein Lichtstrahl endlicher Kohärenzlänge durch den Fabry-Perot-Sensor (1) modifiziert und auf einen Fabry-Perot-Detektor (3) geleitet wird mit einem lichtempfindlichen Element, das eine von der Intensität des im Fabry-Perot-Detektor (3) nochmals modifizierten Lichtstrahls abhängige elektrische Ausgangsgrösse erzeugt, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Länge des Fabry-Perot-Detektors (3) mittels einer elektrischen Regelgrösse, von welcher dieselbe eineindeutig abhängt, derart in Abhängigkeit von der Ausgangsgrösse geregelt wird, dass ein ausgezeichneter Punkt der Abhängigkeit der Ausgangsgrösse von der Differenz der optischen Länge des Fabry-Perot-Sensors (1) und der optischen Länge des Fabry-Perot-Detektors (3) definierenden Graphen als Arbeitspunkt festgehalten und die Messgrösse aus der Regelgrösse bestimmt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Arbeitspunkt durch einen Extremwert der Ausgangsgrösse gekennzeichnet ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Arbeitspunkt dem Nullpunkt der Differenz der optischen Länge des Fabry-Perot-Sensors (1) und der optischen Länge des Fabry-Perot-Detektors (3) entspricht.

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Regelgrösse eine um den Nullpunkt symmetrische periodische Tastfunktion überlagert und durch Integration des Produkts derselben mit der Ausgangsgrösse ein Korrektursignal erzeugt wird, welches, falls es von Null abweicht, eine Änderung der Regelgrösse bewirkt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Regelgrösse eine Spannung ist, welche ein elektrisches Feld, das auf den Fabry-Perot-Detektor (3) eine seine optische Länge beeinflussende Kraft ausübt, erzeugt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Messgrösse eine Druckdifferenz ist.

7. Fabry-Perot-Detektor (3) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, mit einem Fabry-Perot-Interferometer, dessen Kavität zwischen einer transparenten Trägerplatte (18), welche einen ersten Spiegel (24) und einer Membran (21), welche einen zum ersten Spiegel (24) parallelen zweiten Spiegel bildet oder trägt, liegt sowie mit einem lichtempfindlichen Element, dadurch gekennzeichnet,

net, dass er eine erste Steuerelektrode aufweist, welche mit einer mit der Membran (21) mechanisch verbundenen zweiten Steuerelektrode eine Steuerkapazität zur Beeinflussung der Auslenkung der Membran (21) bildet.

5 8. Fabry-Perot-Detektor (3) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (21) Teil eines Membranblocks (19) ist und an ihrer der Fabry-Perot-Kavität abgewandten Seite eine Vertiefung an der Rückseite des Membranblocks begrenzt.

9. Fabry-Perot-Detektor (3) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (21) auf ihrer Rückseite einen Zentralkörper (23) trägt, welcher die zweite Steuerelektrode bildet, während die erste Steuerelektrode (30) auf einem die Vertiefung abschliessenden Träger (29) angebracht ist.

10 10. Fabry-Perot-Detektor (3) nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Steuerelektrode an der Trägerplatte (18) angebracht ist, während die zweite Steuerelektrode in der Grenzschicht der Membran (21) zur Fabry-Perot-Kavität angeordnet ist.

11. Fabry-Perot-Detektor nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Steuerelektrode als Metallschicht ausgebildet ist und zugleich den ersten Spiegel (24) bildet.

15 12. Fabry-Perot-Detektor nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Membranblock (19) aus Silicium besteht.

13. Fabry-Perot-Detektor nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das lichtempfindliche Element als in die Membran (21) integrierte Photodiode ausgebildet ist.

20 14. Fabry-Perot-Detektor nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Membranblock (19) an seiner der Trägerplatte (18) zugekehrten Seite mit einer Siliciumdioxidschicht bedeckt ist.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

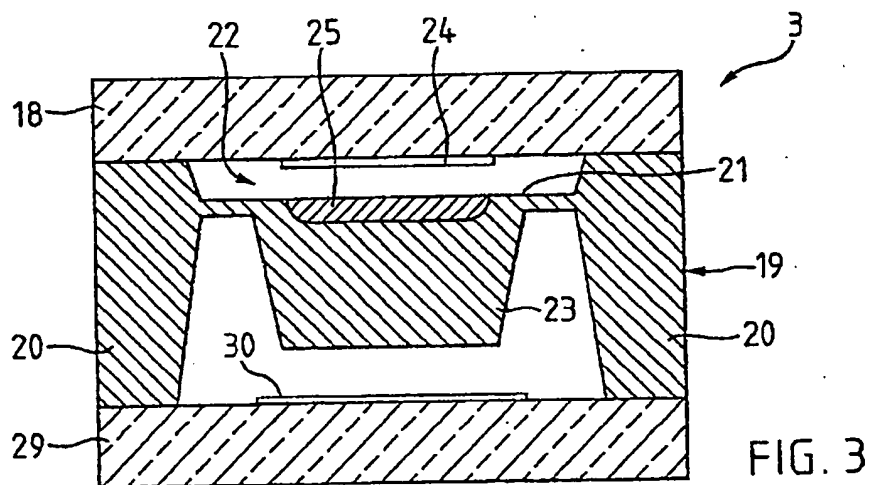
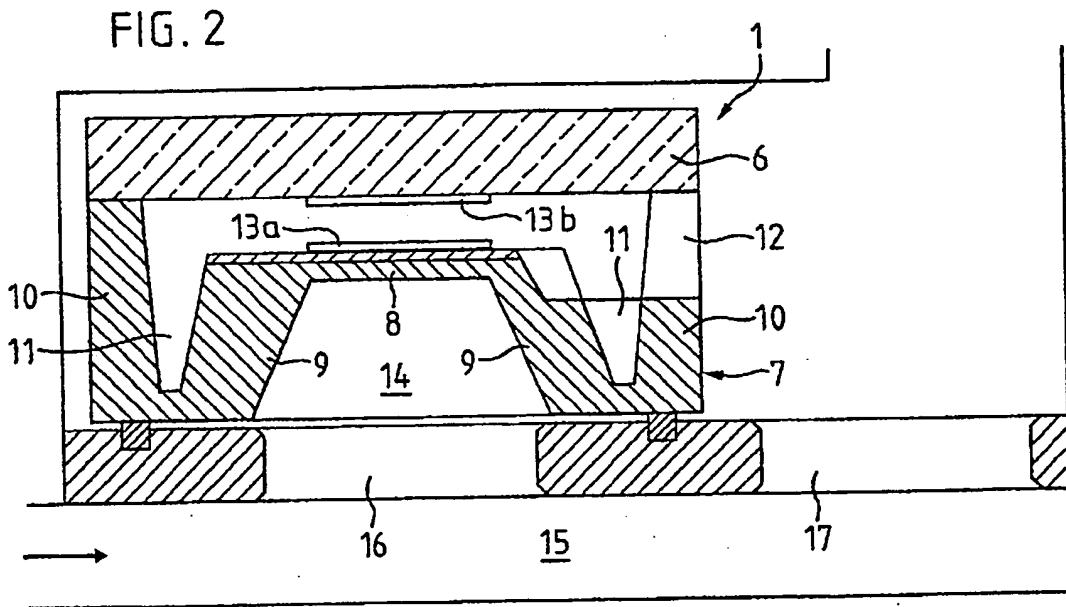
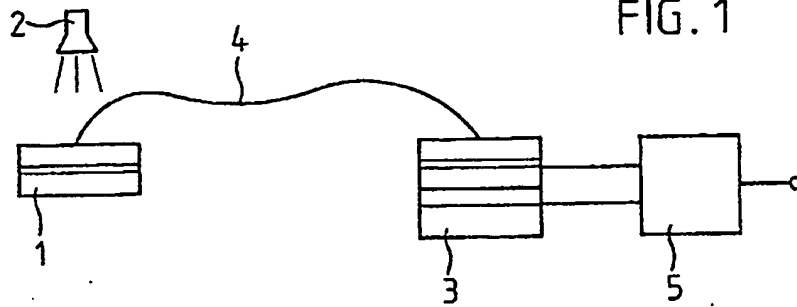


FIG. 4a

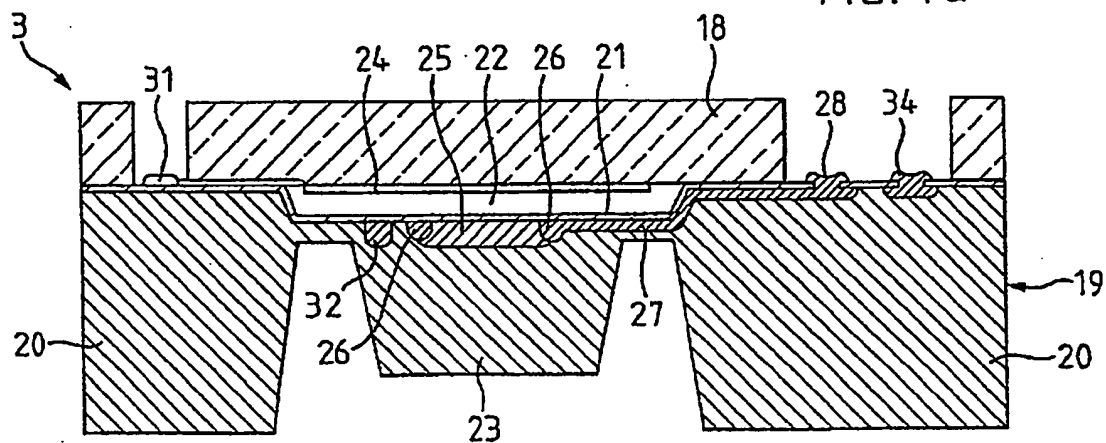


FIG. 4b

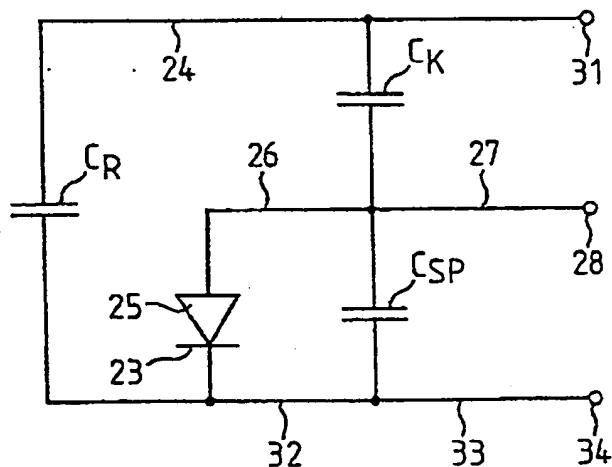
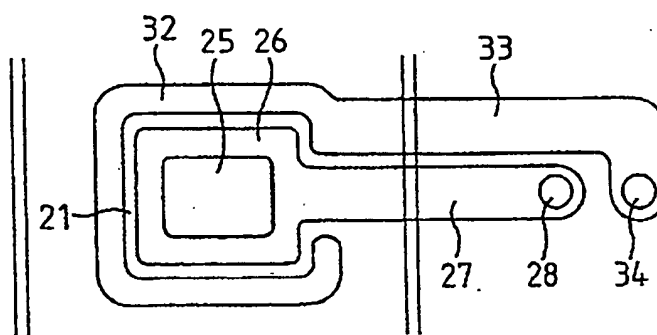
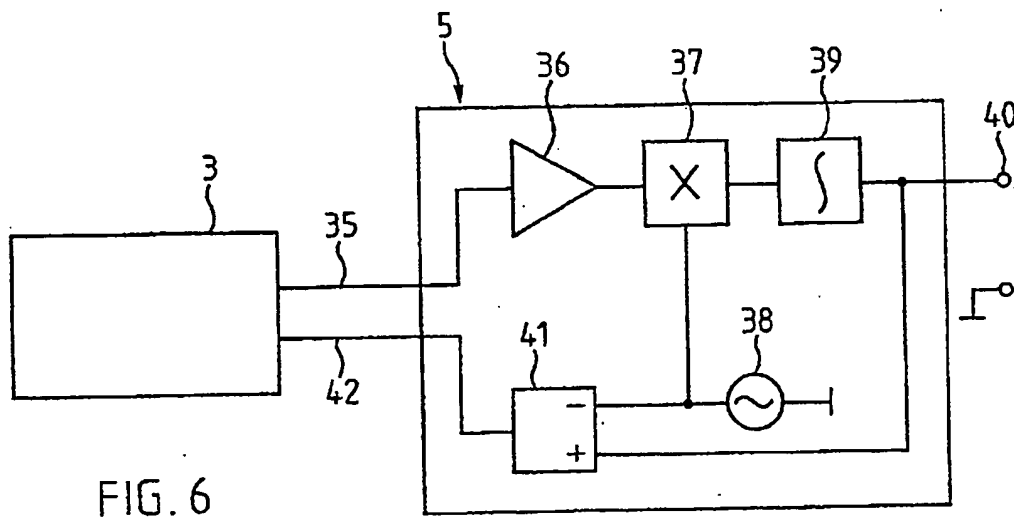
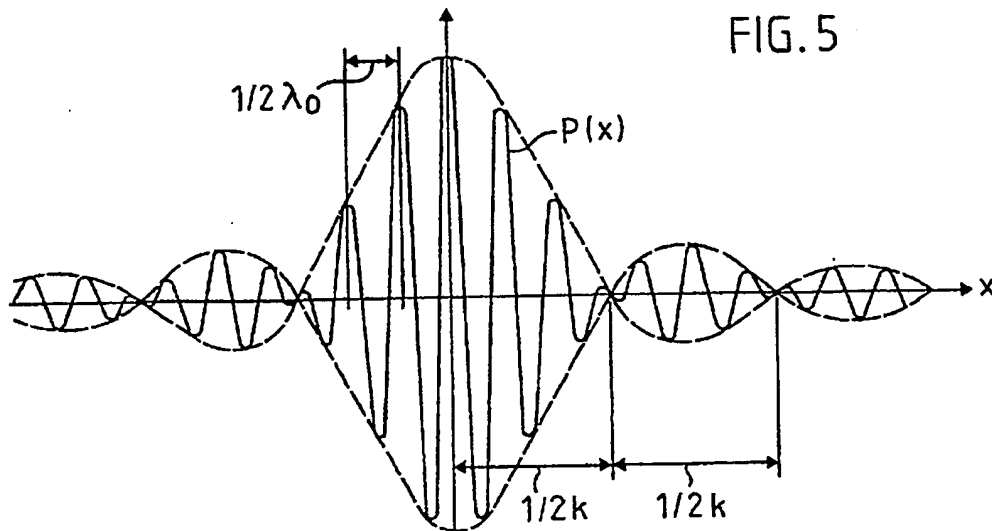


FIG. 4c

BEST AVAILABLE COPY



BEST AVAILABLE COPY